№ 27. Warszawa, dnia 3 Lipca 1923 r. Tom LX.

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

REDAKTOR Inżynier-technolog CZESŁAW MIKULSKI.

TREŚĆ: *A. Pszenicki.* O montowaniu mostu przez Niemen pod Grodnem. — Sprawy dróg lądowych i wodnych w Polsce. — *Józef Śniechowski.* Międzynarodowy Związek Kolei Żelaznych.— *Wiadomości techniczne.* (Wysoki budynek żelbetowy).—Nekrologja.—Bibljografja. *Kronika krajowa.* (Koło Maszynoznawców Rolnych. — Stowarz. Techn. Polaków w Paryżu). — Przegląd pism techniczuych.—Wiadom. Stow. Doz. Kotłów.

Z 22-ma rysunkami w tekście.

O montowaniu mostu na Niemnie pod Grodnem.

Podał prof. A. Pszenicki.

Most na Niemnie pod Grodnem na linji kolejowej Warszawa-Wilno odbudowany został na miejscu starego mostu, zbudowanego jeszcze w roku 1862 przez byłe Towarzystwo Petersbursko-Warszawskiej kolei przez francuską firmę Ernest Gouin et Co.

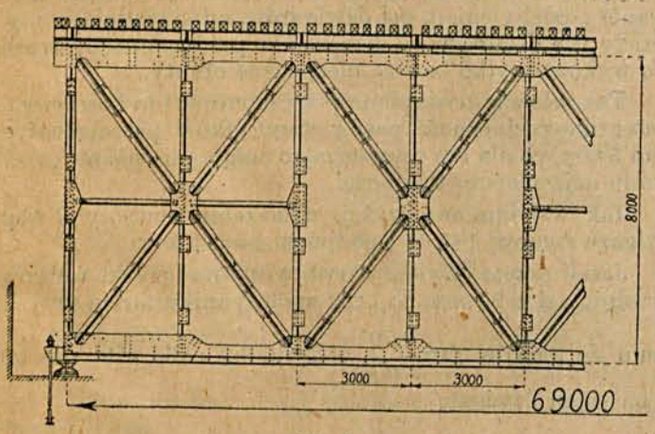
Jest to most trzyprzęsłowy z jazdą górną. Rozpiętości przęseł przybrzeżnych po 57 *m* i środkowego 59 *m*.

Filary mostu nowoprzebudowanego są wzniesione na miejscu rozebranych starych filarów kolumnowych. [1])

Przyczółki zostały przebudowane tylko w częściach, które były zniszczone.

Nie będziemy tutaj opisywać przeprowadzonych robót budowli dolnej, t. j. podpór mostowych. Roboty te naogół nic osobliwego nie przedstawiają, to tylko, że były wykonane w dość krótkim czasie, szczególniej, jeżeli się przyjmie pod uwagę, że przy opuszczaniu kesonów trzeba było usuwać znaczne przeszkody w postaci masy żelaza ze zburzonych dźwigarów starego mostu, i z prowizorycznych dźwigarów, ustawionych przez Niemców, a także rozbierać mury starych filarów, ujęte w żeliwnych rurach pierścieniowych. Wskażemy tylko na sposób, jakim początkowo zamierzano przeprowadzić montaż budowli górnej i jak ostatecznie roboty te zostały wykonane.

Na moście tym zastosowano dźwigary systemu Roth-Wagnera, nieco tylko wzmocnione, z uwagi na dość znaczną rozpiętość, do jakiej je użyto. Dźwigary te, jak to widać z rysunku 1, przedstawiają układ kratowy o kracie podwójnej, ze słupkami o znaczeniu drugorzędnem.



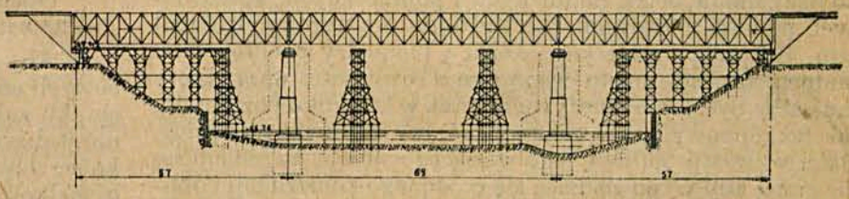
Rys. 1.

Pasy, tak górny, jak też dolny, są o przekroju jednostajnym i jednakowo sztywnym.

Przekroje krzyżulców — też jednostajne na całkowitej długości dźwigara i jednakowo sztywne. Połączone są w węzłach zapomocą śrub.

Jak widać z rysunku 2, do montowania dźwigarów projektowano w przęsłach bocznych specjalne rusztowania, tak że dźwigary przęseł przybrzeżnych były montowane częściowo na rusztowaniach, częściowo zaś bez rusztowań, jako belki wystające.

Do montowania dźwigarów przęsła środkowego, jak to widać z tegoż rysunku 2, miały być zbudowane dwa filary drewniane w odległości mniej więcej jednej czwartej rozpiętości przęsła środkowego od filarów kamiennych mostu. Montowanie przeto dźwigarów tego przęsła miało być przeprowadzone od filarów stałych do filarów drewnianych pomocniczych, jako belki wystającej, dalej filary drewniane miały służyć jako podpory pośrednie i od tych filarów do środka rozpiętości znowu montowanie miało się odbyć, jako belek wystających (wspornikowych). Nad filarami kamiennemi stałemi główne dźwigary przęseł bocznych były połączone czasowo z dźwigarami przęsła środkowego, tak że podczas montowania dźwigary przęseł przybrzeżnych i połowy dźwigarów przęsła środkowego stanowiły jakby belki ciągłe z wystającemi końcami.



Rys. 2.

Filary drewniane przęsła środkowego miały na celu służyć nietylko jako podpory pośrednie do podtrzymania dźwigarów, lecz także jako oparcie, na którem możnaby było podnosić końce obu części, dźwigara środkowego, i wogóle do odpowiedniego regulowania dźwigarów tak, aby górne i dolne pasy należycie się zeszły tak w kierunku pionowym, jak też w kierunku poziomym.

Chodziło tu głównie o to, że wystające końce kratownic ugną się i przeto, gdy pasy górne końców wystających jednej i drugiej połowy się zejdą, to, przy pewnej strzałce ugięcia, między pasami dolnemi przeciwległych końców otrzyma się pewien odstęp, który trzeba będzie usunąć przez podniesienie końców dźwigarów; odstęp ten stanowi 7 centymetrów ($2 \times tg\varphi \times 800$). Podniesienie to miało się odbyć na filarach pomocniczych pod przęsłem środkowem.

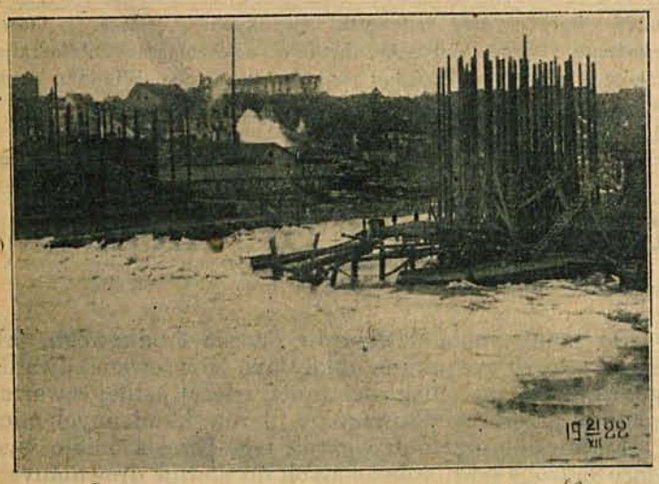
Filary pomocnicze były w stadjum budowy, jak to widać z rysunku 3, na początku zimy roku zeszłego, lecz nie zostały ukończone, gdyż wskutek nieoczekiwanych odwilży lody na Niemnie ruszyły i zniosły wszystko doszczętnie.

Do wznowienia robót koło wzniesienia tych filarów drewnianych można było przystąpić pod warunkiem, że zbudowanie ich, jak również zmontowanie dźwigarów i rozebranie filarów pomocniczych może być ukończone niezawodnie przed wiosennem ruszeniem lodów na Niemnie, mając naturalnie na uwadze czas tego ruszenia najwcześniejszy, jaki miał miejsce w ciągu pewnego okresu lat. Inaczej budowa tych rusztowań mogłaby być przeprowadzona dopiero po przejściu lodów na Niemnie i spadku wody wiosennej.

W ostatnim wypadku jednakże ukończenie montażu mogło mieć miejsce dość późną wiosną, czyli że ukończenie

[1]) Por. opis mostu dawnego i nowego w art. „Odbudowa mostu kol. pod Grodnem“ w „Przegl. Techn.“, № 21, r. b., str. 205 — 208

mostu mogło się znacznie przeciągnąć. Oprócz tego, rusztowania przy przęśle środkowym znacznie by tamowały i utrudniały żeglugę na rzece. Aby przeto zyskać na czasie i uniknąć tamowania żeglugi, zebrana była specjalna komisja rzeczoznawców dla wypowiedzenia się co do zastosowania innych sposobów przeprowadzenia montażu mostu.



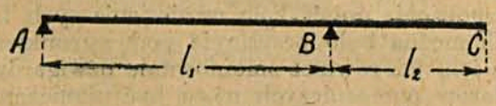
Rys. 3.

Komisja ta zaproponowała firmie Rudzki i S-ka, budującej most, zastosować do montowania dźwigarów przęsła środkowego—rusztowania w postaci mostu wiszącego.

Do przyczółków przez ich otwory miały być umocowane liny stalowe, przerzucone przez filary kamienne mostu i zwisające w przęśle środkowym. Na linach tych byłyby postawione słupki, które miały służyć jako podpory do podtrzymania belek podłużnych i poprzecznych, stanowiących pomost rusztowań. Nie będziemy się tu rozwodzić nad tem, ile pracy, materjału, czasu i pieniędzy pochłonęłaby budowa takiego mostu wiszącego o rozpiętości 69 *m*, który musiałby być dobrze usztywniony tak w kierunku poziomym, jak też pionowym, aby nie uciekać, jak huśtawka z pod nóg. Otóż w kwestji budowy tego wiszącego mostu zwrócono się do mnie, aby wypowiedzieć się co do jego konstrukcji i obliczenia. Po rozpatrzeniu przedstawionych mi rysunków 1 i 2 wypowiedziałem zdanie, że do montowania przęsła środkowego żadnych rusztowań nie potrzeba, gdyż montowanie tego przęsła całkowicie może być wykonane bez jakichkolwiek rusztowań w przęśle środkowym.

Co do naprężeń w prętach dźwigarów, przy ich montowaniu jako belek wspornikowych, żadnych wątpliwości być nie mogło, gdyż we wsporniku o rozpiętości $\frac{l}{2}$ równającej się połowie rozpiętości belki, wolno podpartej na dwóch podporach, największe momenty i siły poprzeczne od obciążenia jednostajnie rozłożonego na długości belki równają się największemu momentowi gnącemu i sile poprzecznej belki o rozpiętości l, swobodnie spoczywającej na dwóch podporach.

Naprężenia te, mając na względzie, że przekroje pasów w polach środkowych dźwigarów i w polach przy podporach różnią się nieznacznie, podczas montowania będą znacznie mniejsze od naprężeń, które powstaną w prętach dźwigarów, kiedy most będzie w stanie swej zwykłej pracy pod obciążeniem stałem ruchomem.

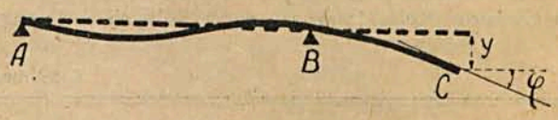


Rys. 4. Belka nieodkształcona.

Powstała przeto tylko kwestja wyrównania pasów po środku przęsła środkowego, czyli części wystających, względnie doprowadzenie do pionu słupków pośrodku przęsła (na końcach części wystających), które podczas montowania zajmą położenie nieco pochylone do pionu, tak, że dolne końce ich zbliżą się ku filarom.

Każda z montowanych części, jako całość, przedstawia belkę jednowspornikową, obciążoną ciężarem, jednostajnie rozłożonym na jej długości: między podporami ciężar ten jest p_1 *t/m* i na wsporniku p_2 *t/m*.

Jeżeli oznaczymy przez l_1 i l_2 rozpiętość części międzypodporowej i długość wspornika, przez E spółczynnik sprężystości i przez I moment bezwładności belki,



Rys. 5. Belka odkształcona.

to z równania osi odkształconej otrzymamy następujący wzór dla tg φ—kąta pochylenia stycznej do osi na końcu C wspornika do poziomu i dla ugięcia y końca wspornika:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{EI}\left(\frac{p_2 l_2^3}{6} + \frac{p_1 l_1^3}{24} - \frac{p_2 l_2^2 l_1}{6}\right)$$

$$y = \frac{1}{EI}\left[\frac{p_2 l_2^4}{8} + \left(\frac{p_1 l_1^3}{24} - \frac{p_2 l_2^2 l_1}{6}\right) l_2\right].$$

Wstawiając do powyższych wzorów zamiast wskazanych ilości ich wartości liczbowe i przyjmując moment bezwładności dźwigarów za stały, otrzymamy z najzupełniej dostateczną ścisłością dla celów praktycznych wartości tg φ i y.

$l_1 = 57\,m$; $l_2 = 34{,}5\,m$; $p_1 = 1{,}95\,t/m$; $p_2 = 2{,}04\,t/m$; $I = 1{,}09135\,m^4$; $E = 21\,500\,000\,t/m^2$; $EI = \sim 23\,464\,000\,t/m^2$. $\operatorname{tg}\varphi = 0{,}004366$; $\varphi \cong 15'$; $y = 0{,}145\,m$.

Obciążenie podpór A i B jednego dźwigara wynosi: $A = 34{,}3\,t$; $B = 147{,}3\,t$.

Aby teraz otrzymać należyte położenie słupków końcowych części wystających przęsła środkowego, t. j. aby te słupki zajęły położenie pionowe, wystarczy uskutecznić obrót dźwigarów koło podpór B o ten sam kąt φ, t. j. opuścić końce dźwigarów na podporach A, a więc na przyczółkach, o wielkości

$$y_1 = l_1 \operatorname{tg}\varphi = 57 \times 0{,}004366 = 0{,}25\,m,$$

co przy wysokości łożysk na podporach A i obciążeniu 34,3 *t* najmniejszej trudności sprawić nie mogło. Oczywiście zamiast obracania dźwigarów po zmontowaniu wystających części przęsła środkowego, można odrazu prowadzić montowanie z pochyleniem osi dźwigarów, odpowiadającem tg φ i wtedy dla ostatecznego połączenia pasów możeby trzeba było wykonać tylko bardzo nieznaczne obroty.

Tak właśnie postąpiono przy montowaniu i otrzymano ostatecznie rozbieżność pasów wsporników przeciwległych tylko 5 *mm*, co dla ich ostatecznego połączenia już nie przedstawiło najmniejszej trudności.

Jak wspomniano wyżej, obciążenie podpory B wagą dźwigaru stanowi 147,3 *t* i podpory $A = 34{,}3$.

Jeżeli przeto dźwigary postawimy na łożyska wałkowe o średnicy $d = 85\,mm$, to przy spółczynniku tarcia przy toczeniu się wałków $f = \frac{0{,}70}{d}$ otrzymamy całkowitą siłę tarcia na jeden dźwigar

$$F = \frac{0{,}70}{8{,}5}[34{,}3 + 147{,}3] \cong 15\,t.$$

Gdyby przeto trzeba było przesunąć dźwigary wzdłuż na wypadek niedokładności montażu w kierunku rozpiętości, to przesunięcie to nie przedstawiałoby również żadnych trudności, mając na uwadze niewielką siłę tarcia. Siła na jeden dźwigar nawet przy ruszaniu z miejsca nie przekroczyłaby 37 *t*, jeżeli przyjąć, że siła tarcia przy ruszaniu z miejsca wzrośnie nawet 2,5 razy.

Wyżej wskazanym sposobem dokonane zostało montowanie mostu na Niemnie pod Grodnem bez użycia wy-

sokich rusztowań (wysokość od poziomu wody do pomostu 31 *m*) i do tego wcześniej, niżby to było wykonane przy stosowaniu rusztowań. Z wyżej wskazanego sposobu przeprowadzenia montowania widać, że sposób ten nie przedstawia żadnych trudności i że nie powinna była powstać najmniejsza wątpliwość co do ostatecznego pomyślnego wyniku. Jednakże byli sceptycy, którzy w ostatniej chwili widocznie jeszcze wątpili, bo rozpoczęto bić pale dla jednego filaru pośrodku przęsła środkowego, lecz, zanim wbito kilka tych pali, wstrzymano tę niepotrzebną robotę, gdyż końce dźwigarów przęsła środkowego zostały już połączone i montaż w ten sposób został zakończony.

Sprawy dróg lądowych i wodnych w Polsce.

Redakcja uzyskała referaty, opracowane przez Dyrektora Departamentu Drogowego Min. Rob. Publ., inż. *Melchiora Nestorowicza* dla Sejmowej Komisji Komunikacyjnej i obrazujące stan dróg lądowych i wodnych w Polsce oraz gospodarkę M. R. P. w r. 1922. Z referatów tych podajemy ważniejsze ustępy w streszczeniu. (*Redakcja*).

I. Sprawy drogowe.

Drogi, ten czynnik pierwszorzędnego znaczenia w życiu gospodarczem, otrzymaliśmy po naszych zaborcach w bardzo rozmaitym stanie jakościowym i ilościowym. Gdy w b. zaborze pruskim sieć dróg jest zupełnie dostateczna dla obecnego stanu gospodarczego tej dzielnicy, a pod względem jakości i stanu conajmniej niezła, to nie można tego samego powiedzieć o dwóch dalszych zaborach, t. j. austrjackim i rosyjskim, z których pierwszy stoi bez porównania wyżej pod każdym względem od ostatniego.

Ilość metrów dróg, przypadających na 1 km^2 powierzchni kraju, i stosunek %-wy przy założeniu, że ilość dróg w b. zaborze pruskim stanowi 100%, wynosi dla:

1) b. dzielnicy pruskiej i Śląska	299	m/km^2	100%
2) Małopolski	206	„	69„
3) Kongresówki.	84	„	28„
4) Kresów wschodnich (Woj. Nowogrodzkie, Poleskie i Wołyńskie)	17	„	5,7%
5) Ziemi Wileńskiej.	7	„	2,5„
Przeciętnie w Polsce . .	113	m/km^2	38 %

Liczby te wyjaśniają niedwuznacznie nietylko stan naszej sieci komunikacyjnej lądowej, jej zupełną niedostateczność, ale także i ogrom prac, jakie w najbliższym okresie, nie dłuższym nad lat 25, wykonać bezwzględnie należy. A trzeba przytem zaznaczyć, że nawet gdybyśmy sieć drogową uzupełnili do norm b. Dzielnicy Pruskiej, to jeszcze, w porównaniu ze stanem dróg Europy zachodniej, na długie lata będziemypół-barbarzyńcami; nie mówiąc bowiem o sieci dróg Francji, Belgji lub Anglji, sieć drogowa sąsiadujących z nami bezpośrednio Prus, wyraża się procentowo liczbą 116.

Sieć dróg kołowych na terenie Rzeczypospolitej Polskiej jest następująca:

a) drogi państwowe, z wyjątkiem Śląska:

drogi bite	12 625 *km.*
drogi gruntowe	4 670 „
Razem . .	17 295 *km.*,

b) drogi wojewódzkie, z wyjątkiem Śląska, Woj. Poznańskiego, Pomorskiego i ziemi Wileńskiej:

dróg bitych	6 394 *km.*
dróg gruntowych	4 472 „
Razem . .	10 886 *km.*,

nadto zarejestrowano dróg bitych w samem Woj. Pomorskiem 662 *km.*

Zestawienie ilości dróg powiatowych, w znaczeniu nowej ustawy drogowej, jest obecnie dopiero w toku i wskutek niefunkcjonowania wielu samorządów powiatowych, doznaje znacznego opóźnienia. Ogólną ilość dróg bitych na terenie Rzeczypospolitej oznaczyć można w przybliżeniu na około 44 000 *km.*

Z powyższej ilości dróg bitych około 14 000 *km* jest zupełnie zniszczonych, wskutek działań wojennych oraz niedostatecznego i nieodpowiedniego utrzymania, zarówno w ciągu wojny, jak w okresie powojennym. Drogi te wymagają conajrychlej naprawy i to gruntownej, gdyż w przeciwnym razie zupełnie zniszczeją i trzeba je będzie, ze względu na ich istotną ważność, na nowo ogromnym kosztem budować.

Wskutek działań wojennych, również poważna ilość mostów uległa zniszczeniu. Zastąpiono je przeważnie prowizorycznie drewnianemi, należałoby jednak, ze względu na pewność ruchu i koszta utrzymania, zamienić jaknajprędzej znaczną ilość tychże na stałe. Statystyka wykazuje, że takich prowizorycznych mostów o rozpiętości ponad 20 *m* mamy na drogach:

państwowych	160 *km.*
wojewódzkich i powiat.	400 „
razem . .	560 *km.*,

mostów zaś o rozpiętości mniejszej niż 30 *m*, t. j. małych, na drogach:

państwowych	192 *km.*
wojew. i powiatowych	480 „
razem . .	672 *km.*

Ogółem zatem należałoby w okresie ćwierćwiecza wybudować mostów stałych o łącznej długości 1232 *km.*

Aby módz doprowadzić w miarę rozwoju gospodarczego Państwa sieć dróg do gęstości conajmniej pruskiej we wszystkich dzielnicach, z wyjątkiem kresów wschodnich, posiadających mniejsze zaludnienie i słabszy rozwój gospodarczy, a więc mogących poprzestać w pierwszym okresie na sieci, odpowiadającej pod względem gęstości połowie dróg pruskich, należy wybudować conajmniej 60 000 *km* nowych dróg bitych.

Z wydatkowanej kwoty na cele drogowe, która według przybliżonego, tymczasowego obliczenia wynosi okrągło 10 miljardów, przypada na:

a) utrzymanie dróg państwowych, oraz zapomogi na drogi samorządowe i inne drobne pozycje	5 411 milj.
b) na budow. dróg państwowych i dotacje dla samorz.	336 „
c) na budowę i odbudowę mostów	4 150 „
d) na pożyczki drogowe. . . .	60 „
razem . .	9 957 milj.

Przeliczając tę kwotę według przeciętnego kursu fr. szwajcarskiego przekonamy się, że całkowity wydatek na drogi w Polsce wyniósł w r. 1922 zaledwie 9 milj. fr. szwajc., zaś licząc według indeksu cen hurtowych, t. j. siły nabywczej marki, nie więcej nad 12 500 000 fr., t. j. niespełna tyle właśnie, ile na ten cel przeznaczała Austrja, dla dróg państwowych b. Galicji.

Jeżeli sumę tę porównać z sumami, jakie powinny być wstawiane corocznie w budżet drogowy, a preliminowaćby je należało conajmniej w wysokości 100 miljonów fr. złotych, to nie można się też dziwić, że drogi w Polsce, zrujnowane w wielu miejscach skutkiem bezpośrednich działań wojennych i zaniedbane wskutek wykolejenia gospodarki drogowej z normalnego biegu z powodu wojny, pozostawiają wiele do życzenia. Dotacja bowiem roczna wynosi zaledwie 8—9% tego, co dla normalnej gospodarki drogowej wynosić powinna.

Należy podkreślić trudności prowadzenia gospodarki drogowej z powodu braku wagonów dla przewozu materja-